

УДК 629.113

М.А. Верняев, Н.М. Филькин, Д.К. Шакуров
ФГБОУ ВПО «Ижевский государственный технический университет
имени М.Т. Калашникова»,
г. Ижевск

РАСЧЕТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ШАРОВОЙ ОПОРЫ ПОДВЕСКИ АВТОМОБИЛЯ ПРИ ПОВЫШЕНИИ ЕЕ РЕСУРСА

Ресурс шаровой опоры (шарнира) подвески автомобиля определяется в зависимости от трех факторов: категории (ровности) дороги, герметичности узла и применяемой смазки. На надежность и долговечность работы, определяющих ресурс опоры, оказывают влияние механические свойства материала корпуса, вкладыша и пальца, а также стабильность их эксплуатационных характеристик во времени. Анализ литературных источников позволяет сделать вывод о том, что повышение ресурса шарового шарнира представляется возможным одним из нижеприведенных способов.

Первый – внедрение инновационных конструкторских решений. Это означает, что производители должны использовать более износостойкие и более дорогостоящие материалы, а также принципиально новую конструкцию шаровой опоры. Первый способ, безусловно, будет связан с вынужденным повышением стоимости конечного изделия. Необходимо полностью обновлять как производственные мощности, так и, возможно, менять сырьевую базу [1].

Второй способ наиболее легкий и малозатратный – это способ повышения ресурса шаровой опоры путем ее модернизации. Данный способ заключается в улучшении существующих технологий изготовления шаровой опоры на основе расчетных исследований, базирующихся на современных компьютерных системах и технологиях, что, как показывает практика, приводит к повышению качества изготавливаемой продукции.

При расчете ресурса шаровой опоры автомобиля необходимо учитывать нагрузки, которые она будет воспринимать, их продол-

жительность, амплитуду и условия, в которых опоре предстоит работать, а также реакции внутри самой опоры. Основными силами, действующими на шаровую опору, являются:

1) сила вырыва. Сила вырыва является критерием, определяющим ресурс шарнира, так как в случае превышения установленных значений шарнир может выйти из строя и перестать быть работоспособным. Вырыв происходит при проезде неровностей, ухабов, при резком торможении, а также при прохождении слишком крутого виража, когда происходит перераспределение нагрузки вследствие крена. Максимальное значение сила вырыва имеет по периферии корпуса шаровой опоры, далее сила постепенно уменьшается до 0 в среднем сечении шара пальца;

2) сила выдавливания. Шаровой палец будет подвергаться критическому давлению в том случае, когда нагрузки со стороны автомобиля будут превышать предельно допустимые, а также когда степень износа вкладыша будет максимальной. Направление силы выдавливания противоположно вырыву. На величину силы выдавливания влияет как масса, приходящаяся на шаровую опору, так и нагрузки, которые испытывает опора в процессе эксплуатации;

3) ударные нагрузки со стороны автомобиля и дороги. В процессе эксплуатации шаровая опора подвергается ударным нагрузкам как со стороны автомобиля, так и со стороны дороги, при проезде неровностей, препятствий. В шаровой опоре происходит очень сложный процесс: в момент удара кинетическая энергия ударяющего тела превращается в потенциальную энергию деформации пальца,

которая передается и на вкладыш. Выражая эту энергию в функции силы, напряжения или деформации, получаем возможность вычислить эти величины. По закону классической физики, равенства сил действия и противодействия пальцу передается такая же сила, но обратно направленная. На элементы автомобиля от ударяемой шаровой опоры передаются очень большие ускорения, направленные в сторону, обратную действию напряжения, т.е. передается реакция, равная произведению массы ударяющего тела на это ускорение [1, 2].

Исходя из вышесказанного можно сделать вывод о том, что конструктору на этапе проектирования необходимо решать некоторые задачи оптимизации для обеспечения требуемого ресурса конструкции шаровой опоры, принимая во внимание действующие силы и нагрузки. Для исследования ресурса шаровой опоры необходимо существование определенной методики, включающей в себя как основные этапы конструкторского моделирования, так и элементы экспериментальных исследований. В условиях современного развития компьютерных систем и технологий, средств автоматизированного проектирования представляется возможным применение методики исследования, построенной на основе применения программ трехмерного геометрического моделирования узла с последующим расчетом его напряженно-деформированного состояния [3].

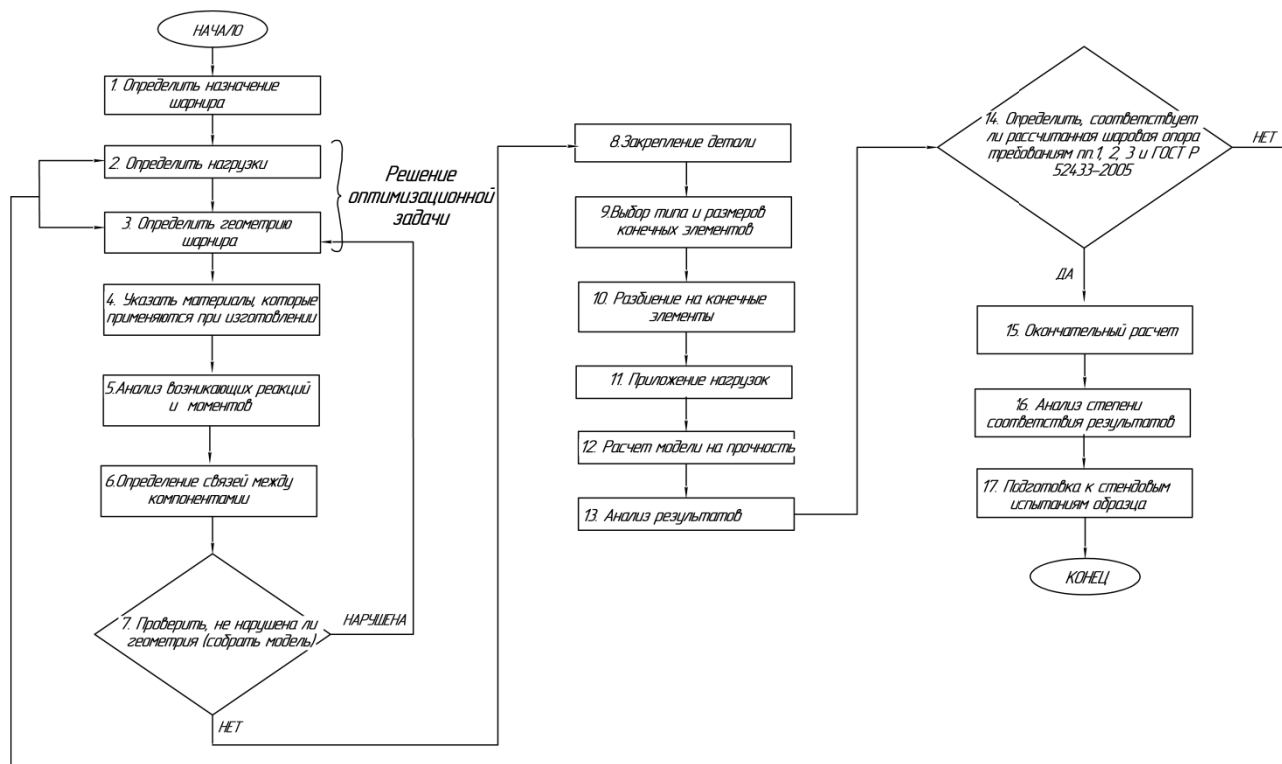
В рамках проводимой научно-исследовательской работы была разработана методика исследования ресурса шаровой опоры автомобиля, базирующаяся на расчете трехмерной модели шаровой опо-

ры с заданными размерами и параметрами материалов. С этой целью использовался программный комплекс САПР расчета напряженно-деформированного состояния изделия, базирующийся на использовании метода конечных элементов. Для проведения исследований необходимо разработать трехмерную модель шаровой опоры, наложить на нее конечно-элементную сетку, приложить силы, реакции и нагрузки, действующие на опору, и произвести расчет напряженно-деформированного состояния. После расчета результаты детально анализируют, изменяют свойства используемых материалов, повто-

ряют расчет и делают вывод о целесообразности применения каждого из материалов на основе полученных результатов. Далее идет отработка конструкции (геометрии) шаровой опоры для повышения ее ресурса.

Суть метода расчетных исследований следующая. На первом этапе исследования ресурса необходимо определиться с назначением шаровой опоры. Это очень важно с точки зрения использования материалов при проектировании. Материал является важным фактором, когда мы говорим об эксплуатационных свойствах шаровых шарниров, таких как коррозионная стойкость,

износостойкость, предел прочности и др., которые влияют на ресурс всего узла. Далее необходимо провести расчет нагрузок, которые будут воздействовать на шаровую опору при эксплуатации. Здесь необходимо учитывать описанные выше силы и сложные внутриузловые процессы в парах трения вкладыш – палец шаровой опоры, а также свойства смазочного материала. После выполнения вышеописанных действий необходимо определиться с геометрией шаровой опоры. Разработанная укрупненная блок-схема методики расчетных исследований шаровой опоры представлена на рисунке.



Блок-схема методики расчетного исследования при повышении ресурса шаровой опоры подвески автомобиля

Библиографический список

1. Умняшкин В.А., Филькин Н.М., Зыков С.Н. Инженерный анализ конструкций автомобилей на прочность: учеб. пособие. Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2008. 124 с.
2. Александров А.В., Потапов В.Д. Основы теории упругости и пластичности. М.: Высш. шк., 1990. 400 с.
3. Басов К.А. Геометрическое моделирование. М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008. 296 с.